

DOI: 10.7251/VETJ1601059M

UDK 631.12.017.1/.3:681.513.2

B. Marković¹, D. N. Nedić^{2*}*Pregledni rad*

MOGUĆNOSTI PRIMENE IOT TEHNOLOGIJE U STOČARSTVU I VETERINI

Kratak sadržaj

Internet stvari (eng. Internet of Things, IoT) je niz tehnologija za povezivanje na internet uređaja kao što su senzori, laboratorijska i druga merna oprema koji prikupljaju informacije od značaja i njihovo slanje prema serverima smeštenim u oblaku na kojima se vrši agregacija podataka i njihovo pretvaranje u informacije i izveštavanje nad njima prema potrebama različitih zainteresovanih strana. IoT tehnologija zasniva se na projektovanju i izradi vertikalnih rešenja za izveštavanje korisnika sistema o događajima i procesima od interesa. Poslednjih godina razvijeno je niz vertikalnih IoT rešenja u stočarstvu i veterini kojima se omogućavaju telemedicina, totalno praćenje lanaca snabdevanja prehrambenim proizvodima te informacije o zdravstvenom stanju stoke. Kao suštinski revolucionarna tehnologija, IoT bi mogao transformisati način na koji posluje agrarni sektor, ali i način na koji se kontroliše i vrši upravljanje bezbednošću prehrambenih proizvoda.

Ključne reči: *Internet stvari, IoT, IoT vertikale u stočarstvu, kvalitet i bezbednost namirnica*

B. Markovic, D. N. Nedic*Review paper*

POSSIBILITIES OF IOT TECHNOLOGIES APPLICATION IN ANIMAL HUSBANDRY AND VETERINARY MEDICINE

Abstract

Internet of Things (eng. Internet of Things, IoT) is a set of technologies for connection to the internet devices, such as sensors, laboratory and other measuring

¹ Sistem inženjer, Prointer ITS, Miloša Obilića 69/71, Banja Luka, Bosna i Hercegovina
System Engineer, Prointer ITS, Milos Obilica 69/71, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina

² JU Veterinarski institut Republike Srpske "Dr Vaso Butozan" Banja Luka, Bosna i Hercegovina

PI Veterinary Institute of Republic of Srpska "Dr. VasoButozan" Banja Luka, Bosnia and Herzegovina

E-pošta korespondentnog autora/E-mail of Corresponding Author:

branko.markovic@prointer.ba

equipment to collect data of importance and send it to the server stored in the cloud to perform the aggregation of data and their converting to the information and reporting to the needs of different stakeholders. IoT technology is based on the design and manufacture of vertical solutions for reporting system users about the events and processes of interest. In the last years a series of vertical IoT solutions of animal husbandry and veterinary medicine that enable telemedicine, totally monitor the food supply chain, and information about the medical condition of livestock was developed. As an essentially revolutionary technology, IoT could transform the way on which operates agricultural sector, but also the way of controls and manages the safety of food products.

Key words: *Internet Things, IoT IoT verticals in livestock production, quality and safety*

UVOD/INTRODUCTION

Jedna od tehnologija koja se danas najbrže razvija je Internet stvari (eng. Internet of Things, skraćeno IoT). Ova tehnologija zasnovana je na kombinovanju lokalnih uređaja, najčešće senzora i aktuatora, sa integrisanim web serverom kao korisničkim interfejsom, internet protokola kao osnove za saobraćaj, kako između samih uređaja, tako i udaljenih monitoring lokacija i cloud baziranog softvera kojem se krajnji korisnici sistema obraćaju kako bi posredno pristupili terenskim uređajima, upravljali njima ili pristupili agregatnim podacima prikupljenim sa njih. Pored pomenutog, IoT tehnologija u pojedinim svojim izvedbama podrazumeva i povratnu vezu (direktnu ili indirektnu) omogućavajući mobilnim korisnicima neometan pristup terenskim uređajima, odnosno, direktno upravljanje izvršnim

uređajima (aktuatorima). Isto tako, tehnologija direktnog i indirektnog upravljanja uz pomoć IoT tehnologija korišćenjem njihovog senzorskog i transportnog sloja moguće je izvesti i sveobuhvatno terensko pružanje usluga (eng. End-To-End field services solution), što predstavlja osnovu za upravljanje mobilnim ekipama na terenu.

Zahvajući svojoj slojevitoj arhitekturi i proverenoj internet tehnologiji, kao i razvoju namenskog softvera za podršku odlučivanju te razvoju tehnologija obrade informacija neophodnih za obradu podataka iz Big Data modela IoT tehnologija pokazala se zahvalnom za izradu i konfigurisanje velikog broja specijalizovanih IoT vertikalna u stočarstvu, veterini, praćenju bolesti, integralnih sistema za zaštitu od štetočina, praćenju lanaca snabdevanja i upravljanju bezbednosti hrane. Današnji modeli formiranja IoT vertikalna¹ prvenstveno su namenjeni in-

¹ Vertikalno rešenje koje podrazumeva IoT periferiju (senzore prikačene na životinje ili objekte), komunikacioni kanal, cloud bazirano database rešenje i analitiku, te izveštavanje krajnjih korisnika sistema predstavlja zaokruženi poslovno-informacioni sistem za praćenje i upravljanje svim poslovima vezanim za poslovanje koji se razlikuje za različite poslovne modele i sektore poslovanja. Postoji niz IoT vertikalna specijalizovanih za agrar, veterinu, stočarstvo, zaštitu životne sredine i slično.

dustrijskoj, odnosno, organskoj proizvodnji, a tek manjim delom postoje vertikalne koje su obrazovnog ili opšte-zabavnog profila.

Model upotrebe terenskih senzora osmišljen tako da povezuje terenske uređaje sa ekspertskim znanjima osnova je za praktičnu upotrebu IoT tehnologije u sistemima stočarske proizvodnje i praćenja zdravstvenog stanja životinja. Prednosti IoT u odnosu na druge tehnologije su brojne - od bržeg odziva, lakog i intuitivnog prikaza podataka, mogućnosti povezivanja raznorodnih sistema preko IoT getveja, niske cene sistema, skalabilnosti, te mogućnosti za razvoj raznorodnih poslovnih modela baziranih na ovoj tehnologiji kao osnovi sistema. Činjenica da cene IoT uređaja i IoT ređy uređaja naglo padaju poslednjih godina navela je velike proizvođače da daju vrlo optimistične procene rasta prodaje ovih uređaja. Tako se procene prodaje i implementacije IoT uređaja i sistema kreću od $10\text{-}15 \cdot 10^{12}$ (optimistična prognoza General Electric) do $50 \cdot 10^9$ posvećenih IP adresa do 2020.² Jedna od posledica ovako velikog širenja i povezivanja raznorodnih senzorskih sistema je i činjenica da njihovim povezivanjem i kombinovanjem informacija koje sa njih dolaze IoT tehnologije transformišu okruženje pretvarajući ga u pametno okruženje sposobno da odgovara na upite i zahteve, odnosno da ima smislenu interakciju sa ljudima i organizacijama.³ Sposobnost da se u pametnom okruženju senzori povezuju i

međusobno ili sa drugim klasterima dele svoje informacije predstavlja osnovnu novu vrednost koju IoT tehnologija donosi i na kojoj trebaju da se baziraju, kako svi budući tehnički modeli tako i novi modeli poslovanja. Jedna od oblasti IoT tehnologije koja se ubrzano razvija su sistemi za monitoring i rano upozorenje na sve oblike biohemijskih hazarda, opštih rizika te upravljanje stočarskom proizvodnjom, te s tim u vezi i praćenje stanja stoke, sa posebnim osvrtom na praćenje medicinskog stanja životinja.

MATERIJAL I METODOLOGIJA/MATERIAL AND METHODOLOGY

Na osnovu prikaza postojećih IoT vertikalna u stočarstvu i veterini analizirani su stanje tehnologije, prednosti, mogućnosti upotrebe te nedostaci i ograničenja iste. Analizirane su i predikcije razvoja i uticaja tehnologije na promenu veterinarske prakse i najbolje prakse stočarske proizvodnje te izvučeni zaključci o mogućem uticaju tehnologije i merama koje bi profesionalne organizacije u vezi sa istim trebalo da preduzmu.

Prednosti IoT tehnologija u monitoringu životinja

Ono što je osnovna prednost IoT tehnologija jeste prelazak sa sistema procene stanja, te periodičnih provera stanja⁴, na nivo direktnog stalnog uvida u stanje, bilo da se to odnosi na stanje

² SAP open course: IoT1, video, 10.06.2015, dostupno na mreži: <http://open.sap.courses/iot1>

³ Stephan Sigg, Distributed adaptive transmit beamforming, 09.06.2015, dostupno na mreži: http://www.stephansigg.de/stephan/projects_beamforming.html

⁴ Pod stanjem se ovde podrazumevaju fizičko-hemijske i biološke osobine i sa njima povezane vrednosti koje se mogu direktno ili indirektno meriti i jednoznačno konstatovati.

nekoг krda ili pojedinačni uvid u zdravstveno stanje neke životinje. Takođe IoT tehnologija omogućava i uvid u kompletne lance snabdevanja i praćenje hrane "od njive do trpeze" te time značajno utiče na povećanje bezbednosti i hemijsko-biološko-tehničke ispravnosti namirnica koje koristimo u svakodnevnoj ishrani. Sa druge strane, usled kvalitetnijih informacija i mogućnosti outsourcinga ekspertskih znanja, pa čak i uvođenja sistema veštačke inteligencije nad BigData modelom, IoT tehnologije omogućavaju jeftiniju, sigurniju i pouzdaniju proizvodnju uz mogućnost pojedinačne kontrole svakog procesa, te njegovih ulaza i izlaza, što smanjuje potrebu za radnom snagom i čini sistem veterinarske zaštite, ali i druge podsisteme stočarske proizvodnje neuporedivo isplativijim i efikasnijim sa strane proizvođača. Još jedna prednost ovog sistema ogleda se u mogućnosti agregiranja ekspertskih znanja i telemedicine, čime se omogućuje najviši vid medicinske zaštite bez redovnih potreba za odlaskom veterinara na teren. To praktično znači da je, zahvaljujući IoT tehnologijama, proizvođačima sad postalo lako outsourcingovati veterinarske usluge, a sa druge strane, veterinarima je postala dostupna oblast telemedicine te daleko veće tržište na kojem mogu plasirati svoje usluge. Usled toga što su IoT tehnologije još u ranoj fazi razvoja, veterinari imaju mogućnosti da u narednom periodu setuju

efikasne telemedicinske – veterinarske programe i da kroz njih odrede standarde nege, standardizuju usluge, protokole, cenovnike i načine komunikacije, što će biti od presudne važnosti za njihovo poslovanje u periodu kada tehnologija dostigne svoju zrelost, kada je za očekivati da većina veterinarskih usluga bude pružana na daljinu.⁵

Jedna od posebnih prednosti primene IoT tehnologija ogleda se u takozvanom kontekstnom upravljanju podacima i informacijama. Zahvaljujući IoT rešenjima, farmeri sada mogu uočiti fluktuacije u načinu ishrane, kako krave reaguju na uslove okruženja te opšte socijalno ponašanje životinja u krdu⁶. Ovo je naročito važno kada se informacijama da odgovarajući kontekst okruženja, jer omogućuje adekvatno upravljanje krdima na slobodnoj ispaši, ili u drugim situacijama kada nije bio jasan kontekst pri kojem su neki podaci prikupljeni i na osnovu njih izgenerisane informacije od interesa za upravljanje.

Ograničenja IoT tehnologija u monitoringu životinja

Jedno od ograničenja IoT tehnologija ogleda se u prilično velikoj količini podataka po praćenoj životinji. Tako, na primer, jedna krava praćena IoT senzovima prenese prema centralnoj lokaciji minimalno 200 MB/godišnje (minimalni set podataka).⁷ Čak i sa minimalnim setom podataka i sa relativno niskom učes-

⁵ VETERINARY ECONOMICS, These veterinarians leverage telemedicine for practice profit, 18.06.2016, dostupno na mreži: <http://veterinarybusiness.dvm360.com/these-veterinarians-leverage-telemedicine-practice-profit>

⁶ Dane Coyer, The Connected Cow, Contextual Awareness, and the IoT, Data-informed, SpaceCurve, 18.06.2016, dostupno na mreži: <http://data-informed.com/connected-cow-contextual-awareness-iot/>

⁷ Dave Evans, The Internet of Things, CISCO Blog, 18.06.2016, dostupno na mreži: <http://blogs.cisco.com/diversity/the-internet-of-things-infographic>

talošcu prikupljanja podataka dolazi se do podatka da bi velika krda stoke mogla godišnje da generišu između 2 i 3 TB podataka što umnogome otežava čuvanje podataka i rad s njima, jer zahteva znatne IT resurse. Ovaj nedostatak tehnologije znatan je kada se uzme stočarska proizvodnja, a posebno dolazi do izražaja kada se tehnologija primenjuje na nenaseljene predele i prirodna staništa divljih životinja, ovo posebno i stoga što se na takvim područjima najčešće primenjuju satelitske komunikacija usled nepostojanja drugih tipova infrastrukture. Prema procenama vodećih svetskih internet provajdera IoT tehnologije će dovesti do povećanja saobraćaja po obimu od 6-7 puta do kraja decenije.⁸

Scenariji primene IoT tehnologija u veterini i stočarstvu te praćenju divljih životinja u njihovim prirodnim habitatima

Navešćemo nekoliko do sada najčešćih scenarije primene IoT tehnologije u veterini i stočarstvu:

- **Veterinarska telemedicina novi koncept pružanja veterinarskih usluga**

Jedan od najčešćih scenarija za primenu IoT tehnologija u veterini ogleda se u primeni IoT infrastrukture (posebno periferija) za potrebe veterinarske telemedicine. Postoje dva tipa telemedicine: sinhroni ili online i asinhroni tip kod koga se podaci razmenjuju sa vremen-

skim kašnjenjem neophodnim za njihov prijem, analizu i donošenje zaključaka.⁹ Asinhroni tip se uglavnom odnosi na radiologiju i laboratorijske nalaze dok se sinhroni odnosi na redovna praćenja zdravstvenog stanja i telehirurgiju. Telemedicina kao scenario povoljan je korisnicima usluga iz sledećih razloga:

- Dostizanje i upotreba ekspertskih znanja bez velikih ulaganja
- Lako i jednostavno dobijanje "drugog mišljenja"
- Laka ekspertiza znanja

Telemedicina je sa stanovišta veterinarske prakse povoljna mogućnost za proširenje tržišta za veterinarsku praksu, jer ne zahteva nikakava početna ulaganja uz istovremeno nuđenje ogromnog potencijalnog tržišta. Teoretski gledano u ovom konceptu primene potencijano tržište je ceo svet. Upravo iz ovog razloga do sada je bila uobičajena praksa da se veterinarska praksa outsorsuje u zemlje u razvoju koje su imale relativno jeftinu stručnu radnu snagu. Da bi zaštitile sopstveno tržište, pojedine zemlje su upravo iz ovih razloga uvele standarde za telemedicinsku praksu sa posebnim osvrtom na ekstrateritorijalni outsourcing veterinarske prakse. Tako je danas u delu SAD strogo regulisana ova oblast. California Code of Regulations 2032.1 navodi da bilo koji pružalac outsourcing veterinarske usluge (dijagnostika/lečenje/nega) mora da ima lokalnu nacionalnu licencu iz oblasti veterine, u

⁸ How the "Internet of Things" is transforming the global economy, Brookings Institution, Published on Oct 22, 2015, video, 18.06.2016, dostupno na mreži: <https://www.youtube.com/watch?v=IPMOjH2d6Wo>

⁹ Vivek R. Kasaraliker, TELEMEDICINE IN VETERINARY PRACTICE, Livestock Production Management, blog, 18.06.2016, dostupno na mreži: <https://sites.google.com/site/viveklpm/information-technology-in-veterinary-science/telemedicine-in-veterinary-practice>

obavezi je da za svaku akciju korisniku dostavi informativnu obavest i dobije pisanu saglasnost. Takođe, obaveza čuvanja i zaštite medicinskih podataka o pacijentu regulisana je nacionalnim zakonom zemlje iz koje dolazi vlasnik, odnosno primalac usluga.¹⁰ Bez obzira na ova ograničenja, sve veći broj veterinara iz zemalja sa nižim društvenim standardom kroz model telemedicine uključuje se na nacionalna veterinarska tržišta razvijenih zemalja naglo snižavajući cenu usluga na tim tržištima. Ovo je direktna posledica globalizacije, a IoT revolucija donošenjem jeftine i standardizovane infrastrukture i procedura samo će je ubrzati.

- **Праћење репродуктивних догађаја**

Ovaj scenario objasnićemo na primeru SCR Dairy rešenja namenjenog prvenstveno farmerima, a zasnovanog na Windows Embedded IoT terenskim uređajima koji podatke šalju u Microsoft Azure Cloud, gde se vrši agregacija svih podataka, kako sa terenskih senzora tako i sa prenosnih senzora (tagova) koji su prikačeni na životinje. Obradeni i sređeni podaci se u vidu vizuelnih, numeričkih ili simboličkih informacija zatim šalju farmerima na njihove mobilne telefone ili tablete ili im se može pristupiti sa računara koji su za to ovlašteni. SCR Diary danas ima preko 4×10^{12} grla stoke

širom sveta koje prati non-stop (24/7/365)¹¹. Rešenje je zasnovano na prenosnim sensorima zakačenim na životinje. IoT periferni uređaji smešteni u ogrlicu prate kretanje životinje i njeno oglašavanje (ugrađeni senzori kretanja i mikrofoni) na rudimentarnom nivou prikupljanja podataka dovoljnom da se primeti povećana aktivnost životinje, što bi moglo da bude jasan znak da je životinja u teranju. Ovo je posebno važno da bi se omogućila stalna produkcija mleka. Farmeri su do sada morali da provedu u štalama ili na poljima značajno vreme da bi utvrdili koje su životinje u teranju, jer se postupak svodio na vizualnu identifikaciju životinje, što u krdu od 50 životinja traje otprilike 20-30 minuta, a onda isto toliko bi trajalo posmatranje aktivnosti životinja koje bi farmeri provodili 3-5 puta tokom dana. IoT rešenja sa prenosnim sensorima zakačenim na životinje oslobađaju farmere štedeći vreme, odnosno, omogućujući smanjenje radne snage uz istovremeno povećanje efikasnosti. IoT rešenja pored rudimentarnih podataka takođe mogu prenositi i podatke višeg reda (temperatura, pritisak, broj otkucaja srca, aktivnost – broj pređenih kilometara, potrebe za hranom i vodom, te količine unete iste i slično) na osnovu kojih cloud bazirano rešenje farmerima pravi liste životinja, predefinisane izveštaje, sortira životinje po kategorijama i prati medicinsku istoriju svake pojedinačne životinje.

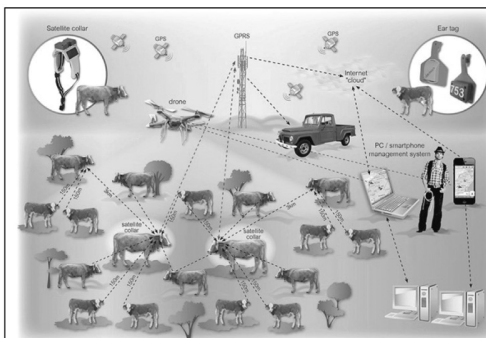
¹⁰ Veterinary Telemedicine Legal Issues Similar to Human Telemedicine, Michael H Cohen's FDA & Health Care Law Blog, 18.06.2016, dostupno na mreži: <http://www.michaelhcohen.com/2015/09/veterinary-telemedicine-legal-issues-similar-human-telemedicine/>

¹¹ *Lorence Heikell*, Connected cows help farms keep up with the herd, 17. Avgust 2015, Microsoft News, 18.06.2016, dostupnonamreži: <https://news.microsoft.com/features/connected-cows-help-farms-keep-up-with-the-herd/#sm.000uhx4a515vgfce10wc3djmrrcfd>

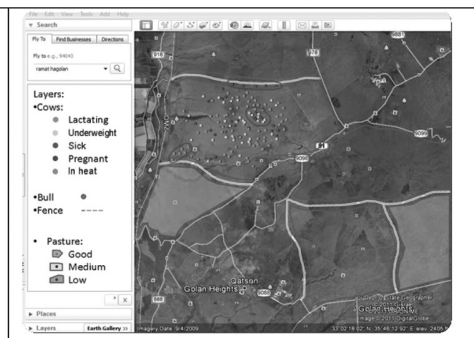
Sistemi za praćenje stada u slobodnom prostoru (na slobodnoj ispaši)

Primenu IoT baziranih produkcionih tehnologija u stočarstvu u slobodnom prostoru objasniceмо на примеру Cattle-Watch rešenja за praćenje stada на slobodnoj ispaši. Ovo rešenje se dokazalo u praksi povećanjem prinosa за 10-20% i znatnim smanjenjem operativnih troškova. Sistem je skalabilan i može se primeniti на stada raspona veličina od 40 grla do 20.000 grla stoke.¹² Sistem prikuplja informacije о pašnjaku, hodanju, polaganju, temperaturi, trudnoći, bolestima, ponašanju bikova, на svaka četiri минута за svako pojedinačno grlo. Sistem razlikuje mužjake i ženke te vodi računa о reprodukciji i ponašanju životinja prilikom iste. Posebno se vodi računa о efikasnosti mužjaka u osemenjavanju priplodnih ženki. Sistem je koncipiran i kao mera zaštite od kradljivaca stoke te daje lokaciju životinje, što

omogućava lakše traganje за istom, njenu stalnu vidljivost i onemogućava krađe. Takođe, koncipiran je tako да služi kao sistem за рано upozorenje за zarazne bolesti. Informacije су dostupne u realnom vremenu, uz паралелно dostavljanje izveštaja на svaka два sata на mobilne uređaje farmera i goniča stoke. Sistem podržava i periferije kao što су електронске оградe и dronovi, те GPS lokatori, а сви периферни uređaji projektovani су за рад u ekstremnim uslovima eksploatacije od -40 до +80 °C. Rešenje takođe može biti са serverske strane bazirano i u lokalu, on premise, или u cloud dok се izveštavanje može dobiti на било којем tipu računara, tableta или mobilnog telefona, било да је u pitanju активно или пасивно izveštavanje. Пасивно izveštavanje u smislu upozorenja, порука, препорука, подсетника и аларма доставља се на mobilne uređaje goniča stoke dok се комплексније izveštavanje доставља стручњацима за stočarstvo, ветеринарима те власницима stada.



Slika1: Arhitektura Cattle-Watch rešenja
 Izvor: <http://www.cattle-watch.com/>



Slika 2: izveštaj koji о kretanju stoke dobijaju rančeri на svoj mobilni telefon
 Izvor: <http://www.cattle-watch.com/>

¹² Cattle-Watch, zvanična web prezentacija, 18.06.2016, dostupno на mreži: <http://www.cattle-watch.com/>

Cattle-Watch rešenje zasnovano na cloud baziranoj obradi podataka nudi farmerima sledeće izveštaje:

- Nutricioni status svakog pojedinačnog grla stoke (šta, kada i koliko je grlo pojelo i popilo, dnevni, mesečni izveštaji – realizacija ovih izveštaja zavisi od terenski raspoređenih senzora i ID tagova za hranilice, pojilice ili delove pašnjaka na kojima se krdo napasa). Iako u ovoj fazi izgradnje infrastrukture sistem to još ne omogućava, principijelo je moguće uparivanje izveštaja za određeni rejon, čime se podaci mapiraju sa geografskim lokacijama pa je moguće saznati i kojeg je kvaliteta trava kojom se stado napasa, odnosno, da li je i u kojoj meri napadnuta od neke biljne bolesti. Ovi podaci kasnije se mogu povezati i sa bazama znanja baziranim na veštačkoj inteligenciji pa je moguće dobiti precizne izveštaje o stanju i uticaju prirodnog okruženja, odnosno habitata za organsku produkciju mesa.
- Reproductivni događaji (teranje, rođenje mladunčeta, prestanak laktacije i odbijanje mladunčeta od sise, neaktivan period, novi ciklus). Za sve reproductivne događaje prate se ključne vrednosti: vreme, datum te se daje grafički prikaz trajanja po fazama i događajima. Svakom od događaja može se pridružiti niz atributa i metapodataka radi kasnijeg izveštavanja u smislu srodstva, ID,

imena, praćenja mladunaca i slično.

- Bolesti (ciljana lokalizacija na pojedinačno grlo, status bolesti, načini prenošenja i socijalno ponašanje životinje/s kojim je grlima životinja dolazila u kontakt – posredno ili neposredno (koristila istu pojilicu ili hranilicu), način i brzina progresije zaraznih bolesti te izolacija nultog pacijenta).
- Kvalitet pašnjaka zasad se prati na rudimentarnom nivou, uglavnom samo kroz geografsku lokaciju i ručni unos podataka vezanih za pojedine lokacije. Uz intezivan razvoj senzora u ovoj oblasti može se očekivati i da senzori preuzmu unos podataka u baze za izveštavanje uz smanjenje obaveza farmera koje će se u dogledno vreme svesti na to da ih postavi na odgovarajuće lokacije.

Iz navedenog jasno je vidljivo da Cattle-Watch rešenje, te slična IoT rešenja drugih proizvođača, štede vreme i povećavaju produktivnost, takođe, omogućavaju detaljan pregled stada, bez obzira na to da li se radi o uslovima uzgoja u zatvorenim objektima ili na slobodnj ispaši, te se upravo zahvaljujući pravovremenim izveštavanjem i izdvajanjem ključnih informacija može preciznije upravljati svim aktivnostima vezanim za uzgoj stoke. Iz ovih razloga EHUD Sasi, Cattle-Watch CBD, očekuje da njihova rešenja podignu prinose teladi sa sadašnjih 40-60%, na očekivanih 80-85% uz istovremeno povećanje profita.¹³ On takođe smatra da će ova tehnologija

¹³ American farmers are milking IoT for connected cows, January 25, 2016, internet of Business, 18.02.2016, dostupno na mreži: <http://www.internetofbusiness.co.uk/insight/2016/01/25/american-farmers-are-milking-iot-for-connected-cows/>

doneti znatno više hrane i pomoći rančerima širom sveta.

- ***IoT sistemi za praćenje divljih životinja i praćenje života u divljini***

Za očuvanje biodiverziteta od posebnog značaja je scenario praćenja životinja u divljini. Usled smanjenja prirodnih staništa i nedostatka hrane na preostalim habitatima, danas smo sve češće svedoci da divlje životinje, posebno zveri sa vrha lanca ishrane, zalaze u ljudske naseobine u potrazi za hranom. Ovo je posebno osetljivo pitanje kod životinja kakve su vukovi ili medvedi, koje se ne boje ljudi i koje su u stanju, kada budu primorane na to, i napasti odnosno usmrtniti ljude. Pošto su ovo ujedno i zaštićene vrste koje se nalaze na ivici istrebljenja, potrebno je osmisliti sistem koji bi omogućio koegzistenciju sa ovim vrstama i upravo u ovom segmentu IoT tehnologije predstavljaju izuzetno dobro rešenja. Danas postoji čitav niz senzora koji se u obliku ogrlica, RFID čipova ili drugih IoT perifrija kače na divlje životinje kako bi se one mogle tačno locirati, ali i kako bi se mogao pratiti njihov život u prirodnom habitatu – što je od presudne važnosti za učenje mladih generacija o biodiverzitetu i pravima divljih životinja na stanište i opstanak. U ovom pogledu najdalje su otišla rešenja firme "Libelium" koja se koriste, između ostalog, i za praćenje nivoa stresa kod zajednice koala medveda, kao i za

praćenje migracija poljskih miševa.¹⁴ Dokle je otišlo povezivanje različitih vrsta, najbolje govori podatak da se u Australiji, u okolini Velikog koralnog grebena, hvataju ajkule kako bi im se prikačili IoT senzori kako bi onda, kada budu puštene na slobodu, mogli surferrima koji koriste isto parče okeana da šalju SMS poruke o položaju i kretanju ajkula, da bi se smanjio broj napada na ljude.¹⁵ Ovim rešenjem izbegava se praksa da se ajkule koje se previše približe obali nemilice ubijaju, a da istovremeno turistička industrija ne trpi.

- ***IoT sistemi za menadžment bezbednosti hrane***

IoT specijalizovane vertikale za praćenje lanca snabdevanja prva su relevantna rešenja za bezbednost hrane, jer omogućuju praćenje prehranbenih namirnica tokom proizvodnje, a zatim tokom celog lanca snabdevanja, sve do isporuke kranjem potrošaču, obezbeđujući relevantne informacije tokom celog procesa skladištenja, transporta, prodaje i dostave te dosad nezamislivu mogućnost praćenja namirnica sve do polja na kojem su uzgojene i povezivanje istih sa svim relevantnim informacijama vezanim za konkretnu namirnicu životinjskog porekla. Ovo je od posebnog značaja za lako kvarljivu robu i namirnice osetljive na uslove skladištenja i transporta koji se mogu, zahvaljujući IoT rešenjima, pratiti do proizvođača, pa i njegovih dobavljača

¹⁴ Alicia Asín Pérez, IoT Interview Series: 9 questions with the CEO of Libelium Alicia Asín Pérez, IoT VOICES, blog, 18.06.2016, dostupno na mreži: <http://postscapes.com/iot-voices/interviews/iot-interview-series-9-questions-with-the-ceo-of-libelium-alicia-asin-perez/>

¹⁵ Digital Future: The Internet of Things, MilkenInstitute, Published on Apr 28, 2015, video, 18.06.2016, dostupno na mreži: <https://www.youtube.com/watch?v=qWR32v5uaI8>

i svih lica i organizacija uključenih u lanac snabdevanja. Ključna prednost koju IoT tehnologija donosi u smislu praćenja namirnica duž lanca snabdevanja ogleda se u lakoj i jednostavnoj integraciji velikog broja heterogenih uređaja koji se mogu lako pratiti i lokalizovati, a po potrebi mogu doneti jednostavne odluke i sami.¹⁶ Pod ovim odlukama podrazumeva se da će kontejner opremljen IoT sistemom poslati informaciju o nepridržavanju temperaturnog režima (alarm) pružaocu usluga, trenutno odgovornoj osobi u lancu snabdevanja ili krajnjem kupcu mnogo pre nego što roba bude isporučena na dogovorenu adresu. Takođe, zahvaljujući integraciji između RFID tagova i IoT perifernih uređaja na kontejneru kojim se isporučuje prehrambena roba, IoT ili neki drugi SCADA akutatori mogu pobrisati tagove zalepljene na etiketama sa prehrambenim proizvodima i na licu mesta staviti ih van mogućnosti upotrebe, jer se više ne mogu očitati odgovarajućim senzorima, što znači da ne mogu biti ni redovno zaprimljene u automatizovane magacine i iznete pred potrošača. Podelom komunikacionog sloja IoT rešenja za kontrolu lanca snabdevanja dozvoljava podelu informacija među različitim zainteresovanim stranama. Svaka zainteresovana strana korišćenjem ONS web usluge (eng. object name service) može u relevantnom sloju podatka na internetu saznati sve potre-

bne informacije o objektu koji se kontroliše. Na taj način bilo ko može proveriti celokupnu istoriju prehrambene robe korišćenjem mobilnih uređaja sa internet konekcijom i pre nego što istu kupi, jednostavnom proverom etikete i podataka u vezi sa njom javno dostupnih na internetu.¹⁷ Problemi vezani za IoT bazirana rešenja za bezbednost hrane uglavnom se odnose na automatsko prikupljanje i slanje podataka iz višestrukih izvora na jedinstven respozitorijum, pri čemu se svaki sloj podataka vezanih za kretanje prehrambenih podataka dobija od direktnih ili indirektnih učesnika u lancu snabdevanja. Ovaj problem pokušava se prevazići na dva načina: implementacijom metodologije otvorenog podatka i standardizacijom tehnologije. Kako su IoT tehnologije u početnoj fazi razvoja, standardizacija još nije dostigla minimalni neophodni prag koji bi garantovao kompatibilnost uređaja, protokola i standarda za razmenu podataka te je model otvorenog podatka praktično dominantan model razmene informacija između perifernih uređaja i različitih cloud database rešenja koje podržavaju različiti pružaoci usluga u okviru svog IoT rešenja.¹⁸ Iako ovo rešenje ne daje potpunu skalabilnost, jer je rogovatno, ipak omogućava da se obavljaju transakcije između senzora na front-end strani sistema i IoT silosa i Cloud infrastrukture na back-end strani. Takođe, omogućava povezivanje raznorodnih sistema

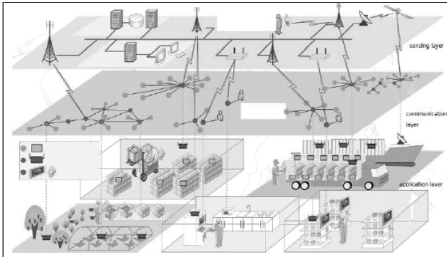
¹⁶ Lopez T.S., Ranasignhe D.C., Patkai B., & McFarlane D. C.: Information Systems Frontiers. Vol.13 (2011) No.2, p.281.

¹⁷ Zhao Xiaorong, Fan Honghui, Zhu Hongjin, Fu Zhongjun, Fu Hanyu, The design of the internet of things for food supply chain, 5th International Conference on Education, Management, Information and Medicine (EMIM 2015), Atlantis Press 2015, pp314-318

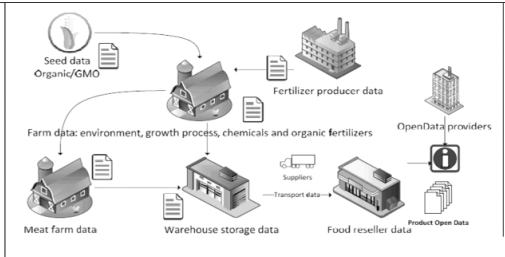
¹⁸ Mihai DOINEA, Cătălin BOJA, Lorena BATAGAN, Cristian TOMA, Marius POPA, Internet of Things Based Systems for Food Safety Management, *InformaticaEconomică* vol. 19, no. 1/2015, pp. 87-97, DOI: 10.12948/issn14531305/19.1.2015.08

и пренос података од значаја преко границе, односно, пуно економску активност, без да национални закони или стандарди онемогуће крајњем купцу prehrambenog производа да користи

информације о производу, јер није извршена стандардизација и усаглашавање националних стандарда за размену података са стране произвођача и увозника prehrambenih производа.



Slika 3: mrežna arhitektura IoT rešenja za praćenje lanaca snabdevanja od njive do trpeze
 Izvor: Zhao Xiaorong, Fan Honghui, Zhu Hongjin, Fu Zhongjun, Fu Hanyu, The design of the internet of things for food supply chain



Slika 4: Izvori podataka za open data model
 Izvor: Mihai DOINEA, Cătălin BOJA, Lorena BATAGAN, Cristian TOMA, Marius POPA, Internet of Things Based Systems for Food Safety Management

• **Ostale mogućnosti primene IoT rešenja u stočarstvu i veterini**

Internet stvari primenjuje se i u drugim oblastima od značaja za stočarsku proizvodnju i to:

- IoT rešenja za zaštitu od štetočina na otvorenim poljima¹⁹
- IoT meterološke i hidrološke merne stanice
- IoT mobilne i stacionarne laboratorije za kontrolu ispravnosti vode
- IoT senzori u okviru sistema za skladištenje stočne hrane
- Mobilni senzori i mobilne hemijske laboratorije sa internet konekcijom
- IoT rešenja i SCADA rešenja u klanicama i mlekarama (dostava podataka open formatu u okviru

ONS web usluge)

- IoT rešenja za kontrolu i praćenje kućnjih ljubimaca...

Analiza dostignutog nivoa primene IoT tehnologija u veterini i stočarstvu

Da bi ocenili uticaj IoT tehnologija na veterinarsku praksu kao i promene koje ova tehnologija donosi, moramo prvo razumeti suštinu tehnologije i najvažnije benefite koje tehnologija donosi. Osnovni benefit svakako je neprekidna prisutnost, odnosno dostupnost, bilo direktnih mernih vrednosti bilo izveštaja koje BigData analitika daje svim zainteresovanim stranama u stočarstvu. Priroda, ljudi i društvo oduvek su proizvodili (generisali) ogroman broj podataka, ali mi do sada nismo bili u mogućnosti da ih

¹⁹ Ilić, D., Marković, B. Primena internet stvari u okviru nacionalne mreže zaštite od štetočina, *Technical Diagnostics*, Scientific and Technical Journal, Vol. XIV(3), 2015. str. 49-60. ISSN: 1451-1975

pratimo ili uradimo nešto smisleno s njima, sada, zahvaljujući nastpujućim IoT tehnologijama, možemo, jer su svi izvori podataka praćeni odgovarajućim senzovima i međusobno povezani – pa na globalnom nivou možemo reći da je planeta izgradila svoj nervni sistem.²⁰ Sa stanovišta uzgoja stoke, ovo praktično znači da sve zainteresovane strane imaju neprekidan uvid u zdravstveno stanje te njegove promene i istorije bolesti za svaku životinju koja se ovim sistemom prati. Upravo ovo ima za posledicu da će prvi put u ljudskoj istoriji biti moguće praćenje svih relevantnih medicinskih i drugih informacija od značaja od rođenja mladunčeta pa do isporuke mleka ili mesa krajnjem potrošaču. Takođe, može se приметити да овакав систем практично dozvoljava outsorsing bilo kojeg stručnog znanja pa i veterinarskog te da će se usled pojave ovih sistema na farmama uskoro menjati i poslovne politike farmera u smislu većeg izbora veterinarskog kadra koji može da izabere. Ova promena ide na ruku farmerima, ali i onim veterinarima koji na vreme prihvate prednosti nove tehnologije i integrišu se s njom. Stoga možemo zaključiti, ako je internet promenio privredni poredak i izazvao i ubrzao procese globalizacije, da će onda Internet stvari uraditi isto za agrarnu proizvodnju i snabdevanje hranom. Druga velika prednost tehnologije svakako se ogleda u potpunoj transparentnosti svih procesa, što će imati za posledicu da tržišni mehanizmi samostalno segmentišu tržište prehrambenih proizvoda na tržište hrane proizvedene organskom proizvodnjom, tržište hrane proizvedene sавременим

agrotehničkim merama i tržište GMO hrane, jer se, zahvaljujući čuvanju svih relevantnih zapisa, može utvrditi za svaki proizvod na koji način je proizveden i dali su drugi tipovi proizvodnje bili uključeni ili se proizvođač u potpunosti pridržavao propisanih procedura za svoj tržišni segment. Takođe, zahvaljujući uvidu u ove informacije, moguće je tačno utvrditi nivoe hemiskih sredstava kojima je životinja bila izložena tokom života. Ovo je posebno važno, jer će se sada moći bolje pratiti i rad referentnih laboratorija, odnosno izbegavaće se mogućnosti tržišnih manipulacija deklaracijama poljoprivrednih proizvoda koji idu u prekograničnu prodaju (pojava da je u pojedinim zemljama proizvođačima mesa moguće dobiti bilo koju potvrdu na laboratorijsku analizu kada roba izlazi iz zemlje). Jedna od posledica ovako visoke transparentnosti mogla bi biti i odluka vlada da liberalizuju procedure za uvoz mesa i mleka, odnosno, da iz procesa kontrole uvoznih namirnica isključe obaveznu potvrdu fitotehničke i higijenske ispravnosti pri ulasku robe u zemlju, odnosno, pre puštanja na tržište. Ova pretpostavka počiva na bezbednosnim mehanizmima koji su ugrađeni u lanac snabdevanja, a koje IoT tehnologije već uključuju kao novu vrednost, pa bi se zakonodavci mogli opredeliti za mogućnost da neko meritorno međunarodno telo preuzme ove kontrole na sebe u potpunosti isključujući nacionalne laboratorije. Neophodan preduslov za ovo bilo bi umrežavanje usluga vezanih za bezbednost hrane na globalnom nivou. Umrežavanje usluga ogledalo bi se u jasnom mapiranju istih kroz matricu

²⁰ IoT DIKW piramida, zvanična IBM prezentacija, 18.06.2016, <http://www.ibm.com/internet-of-things/>

informacija iz koje bi bilo vidljivo: gde, ko, kada, kako, sa kojom prethodnom istorijom, sa kojom deklaracijom, ko snosni odgovornost, ko verifikuje, po kom standardu i slično. Izrada i održavanje ove matrice zahteva višedimenzionu analizu i BigData model te cloud tehnologije i međusobnu razmenu informacija iz različitih vertikalama, što je sve tehnički ostvarivo na današnjem nivou razvoja tehnologije, ali bi se značajno moglo olakšati izradom i usvajanjem jedinstvenih standarda iz ove oblasti.

ZAKLJUČAK/CONCLUSION

Iz svega navedenog može se nedvosmisleno zaključiti da su IoT tehnologije revolucionarne i da će značajno promeniti načine kako se pojedini poslovi u proizvodnji i isporuci hrane obavljaju, te da će prekomponovati i segmentirati tržište poljoprivrednih proizvoda. Očigledno je, takođe, da će uvođenje ovih tehnologija i njihovo omasovljenje dovesti do značajnih promena u načinu kako se obavlja veterinarska praksa. Usled postojanja mogućnosti uvida u prirodne habitate, IoT tehnologije pružaju i novi kvalitet u smislu očuvanja i zaštite životne sredine, kako u smislu zaštite ugorženih vrsta tako i habitata, odnosno celokupnog izolovanog ekosistema. S tim u vezi nameće se pitanje kako primeniti ove tehnologije na jedinu preostalu pra-

šumu u Evropi – Perućicu i kakve bi implikacije po turizam i zaštitu životne sredine imalo uvođenje jednog ovakvog sistema u BiH.

Takođe, iz prethodno iznesenog jasno se uviđa potreba za formiranjem nacionalnih standarda u oblasti primene IoT rešenja u stočarstvu, a ponajpre u oblasti bezbednosti hrane i vode. Uzimajući u obzir trenutni nivo razvoja IoT tehnologije u stočarstvu i kontroli bezbednosti hrane, kao i predikcije koje za razvoj ovih tehnologija daju vodeći proizvođači IoT opreme te pružaoci usluga zasnovanih na IoT vertikalama, kao i predviđanja razvoja tehnologije prema Gartneru možemo zaključiti da je IoT tehnologija ušla u fazu eksponencijalnog rasta i da će tempo rasta dodatno rasti iz godine u godinu. Samim tim i začaj standardizacije nedvosmisleno će rasti pa je neophodno osmisliti i razviti niz standarda iz oblasti razmene podataka kao i model podatka koji će svi pružaoci usluga zasnovanih na IoT tehnologijama morati da se pridržavaju. Kako ovde nije reč samo o tehničkim, već pre o biološkim podacima, neophodno je da se relevantne institucije i stručnjaci iz ove oblasti što pre uključe u osmišljavanje strategije za implementaciju IoT tehnologija u stočarstvu i bezbednosti hrane u nacionalnim okvirima kako bi se dobili što bolji fondamenti za pomenute standarde, te sami standardi usvojili u što kraćem roku.